



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**Ocorrência, Recorrência e Área Queimada em Unidades de Conservação no Distrito
Federal entre 1987 e 2017**

Orientador: Reuber Brandão (Departamento de Engenharia Florestal)

Coorientador: Eraldo Matricardi (Departamento de Engenharia Florestal)

Estudante: Lucas Boldrin Tassinari – 12/0016575

Projeto apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, como parte das exigências para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Brasília, julho de 2018.

Universidade de Brasília
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia Florestal

**Ocorrência, Recorrência e Área Queimada em Unidades de Conservação no Distrito
Federal entre 1987 e 2017**

Aluno: Lucas Boldrin Tassinari

Menção: SS

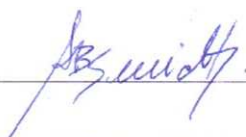
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Reuber Albuquerque Brandão – UnB/ EFL (Orientador)



Prof. Dr. Eraldo Aparecido Trondoli Matricardi – UnB/ EFL



Prof. Dra. Isabel Belloni Schmidt – UnB/ ECL

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar aos meus pais Marcelo e Malu pelas oportunidades que eles me deram ao longo da vida para ter chegado até aqui. Aos professores Zé Roberto, Aílton, Ricardo, Eder, Álvaro pelo conhecimento passado. Aos meus orientadores Reuber e Eraldo por me auxiliarem durante a realização deste projeto, à Ana Beatriz Costa pelos conselhos, parceria, orientações e pensamento positivo sempre quando estava no desespero, aos amigos da florestal Aninha, Mari, Artur, Larissa, Matit, Zanon, Piauí, Pedrinho, Rodriguinho, Thábata, Zolet, Pirata, Carrijo e tantos outros que fizeram parte dessa longa caminhada, que me incentivaram, acreditaram no meu potencial e com certeza contribuíram para eu ter me tornado a pessoa que sou hoje. O meu mais sincero obrigado a todo vocês.

RESUMO

O bioma Cerrado apresenta diversas características bem peculiares, como solo ácido e vegetação resiliente à ação do fogo. O crescimento desordenado da produção agrícola e da pecuária no Cerrado tem influência direta sobre a paisagem e gera mudanças drásticas na dinâmica do bioma, afetando, inclusive, o regime do fogo. O regime do fogo é de extrema importância para a conservação do Cerrado. No Brasil, a maior parte dos incêndios são causados por ações antrópicas. Quando o fogo atinge as unidades de conservação os danos são muito significativos podendo acarretar na extinção local de espécies devido às altas temperaturas. Verifiquei a dinâmica dos incêndios na vegetação nativa presente nas UC do Distrito Federal, explorando os fatores que influenciam a ocorrência, a propagação e a frequência do fogo nessas UC, além de analisar também a dinâmica da recorrência desses incêndios e área queimada nos 30 anos do estudo. A área total queimada ao longo de 30 anos, que corresponde a locais onde houve recorrência de incêndios, foi de 41.801,29 hectares. Ocorreu recorrência máxima de nove vezes dentro do PNB. O período mais crítico na escala temporal estudada foi de 1992 – 1997, com cinco das UC estudadas apresentando as maiores áreas queimadas registradas no estudo. O ano mais problemático foi 1994, com o PNB apresentando área queimada de 16.948 hectares nesse ano. Os padrões que foram encontrados neste estudo são semelhantes aos vistos em outras pesquisas sobre a mesma temática. Existe ainda uma carência muito grande em relação a estudos sobre a recorrência de incêndio em unidades de conservação no Brasil. Novas técnicas de manejo devem ser escolhidas para reduzir o acúmulo de biomassa, evitando assim incêndios de grandes proporções (como o uso do Manejo Integrado do Fogo).

Palavras-chave: Cerrado; Incêndios; Unidades de Conservação; Manejo Integrado do Fogo.

ABSTRACT

The *Cerrado* is the second largest Brazilian biome, occupying 21% of the Brazilian territory. It presents many peculiar characteristics such as an acid soil and a vegetation that is resilient to the action of fire. The disorderly growth of agriculture and cattle raising in the *Cerrado* has direct influence over the landscape and generates drastic changes in the biome's dynamics, affecting even the fire dynamics, which are very important for the conservation of the *Cerrado*. In Brazil, most fires are caused by the action of men. When they reach conservation areas, the damages are very significant, potentially causing the extinction of local species due to the high temperatures. I verified the fire dynamics in the native vegetation of the Conservation Units in the Federal District, exploring factors that might have an influence on the occurrence, propagation and frequency of fire in these areas. I also analyzed the dynamics of the recurrence of these fires and burned areas in the last 30 years.

The total burned area in the above mentioned period, which corresponds to the areas with recurrence of fire, was 41.801,29 hectares. The maximum recurrence was nine times in an area inside the National Park of Brasília. The most critical phase in the analyzed period was between 1992 and 1997, with 5 of the 7 areas included showing the largest areas burned in the study. The most problematic year was 1994, with the National Park of Brasília having 16.948 hectares burned.

The patterns found in this study are similar to the ones found in other researches on the same topic. There is still a big lack of studies concerning the recurrence of fire in conservation units in Brazil. New management techniques have to be applied in order to reduce the accumulation of biomass, avoiding fires of large scale, like, for example, the Integrated Fire Management (IFM).

Keywords: Cerrado, Fire, Conservation Unity, Integrated Fire Management.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA – Área de Proteção Ambiental

ARIE – Área de Relevante Interesse Ecológico

DF – Distrito Federal

EEJBB – Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília

EPI – Equipamento de Proteção Individual

ESECAE – Estação Ecológica de Águas Emendadas

FAL – UNB – Fazenda Água Limpa

FLONA – Floresta Nacional de Brasília

JBB – Jardim Botânico de Brasília

MIF – Manejo Integrado do Fogo

PNB – Parque Nacional de Brasília

RECOR – Reserva Ecológica do Roncador

UC – Unidade de Conservação

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Área (Ha) de Recorrência do Fogo dentro de cada UC e sua frequência	19
Tabela 2: Quantidade de Área Queimada / Ano em cada UC	25

LISTA DE MAPAS

Mapa 1: Localização das áreas estudada no Distrito Federal.	15
Mapa 2: Frequência dos Incêndios entre 1987 e 1991.....	21
Mapa 3: Frequência dos Incêndios entre 1992 e 1996.....	22
Mapa 4: Frequência dos Incêndios entre 1997 e 2001.....	22
Mapa 5: Frequência dos Incêndios entre 2002 e 2006.....	23
Mapa 6: Frequência dos Incêndios entre 2007 e 2011.....	23
Mapa 7: Frequência dos Incêndios entre 2012 e 2017.....	24
Mapa 8: Frequência dos Incêndios entre todo o período do estudo (1987 - 2017).....	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Árvore de decisão para classificar imagens.	18
Figura 2: Área em hectares afetada pelo fogo dentro do PNB no período estudado.	27
Figura 3: Área em hectares afetada pelo fogo dentro da FLONA no período estudado.....	27

Sumário

1. Introdução.....	11
2. Objetivo	13
3. Justificativa	13
4. Materiais e Métodos	14
4.1 Localização e caracterização da área de estudo	14
4.2 Base de Dados.....	17
5. Resultados e Discussão	19
5.1 Recorrência de fogo nas UC	19
5.2 Dinâmica do fogo e quantidade de área queimada ao longo do período de estudo....	21
6. Recomendações / Conclusão	29
7. Referências Bibliográficas	30

1. Introdução

O Cerrado, a “savana brasileira” (FURLEY, 1999; QUESADA et al., 2004) é o segundo maior bioma brasileiro, ocupando 21% do território nacional, perdendo em área apenas para a Amazônia. Ocorrem no Cerrado mais de 12.000 espécies de plantas (LENTHALL et al., 1999). Devido à sua grande variedade de condições ambientais, o Cerrado apresenta fitofisionomias que variam desde áreas abertas até florestas fechadas (OLIVEIRA-FILHO & RATTER 2002, LENTHALL et al., 1999).

O Bioma apresenta diversas características bem peculiares, como solo ácido (QUEIROZ-NETO 1982, REATTO et al., 1998) e vegetação resiliente à ação do fogo (COUTINHO, 1990). Apesar desta resistência ao fogo, o Cerrado vem sofrendo com a intensificação e aumento da frequência do fogo antrópico, principalmente nas áreas não protegidas, devido à expansão agrícola e pecuária (BOWMAN et al., 2011).

O crescimento desordenado da produção agrícola e da pecuária no Cerrado tem influência direta sobre a paisagem e gera mudanças drásticas na dinâmica do bioma, afetando, inclusive, o regime do fogo (FIELDLER et al., 2006). Mudanças neste regime, seja pelo aumento na frequência de ocorrências ou pela redução na frequência, podem acarretar em consequências negativas para a biodiversidade (ROITMAN et al. 2008, PINHEIRO & DURING 2009, PINHEIRO et al., 2010), comprometendo a dinâmica dos processos ecológicos e também a conservação da fauna e da flora em unidades de conservação presentes nos limites do Cerrado (MEDEIROS e FIELDER, 2003). O regime do fogo é de extrema importância para a conservação do Cerrado (PIVELLO 2011, ABREU et al., 2017), mas aumentos na sua frequência podem incrementar a mortalidade de plântulas de lenhosas e de árvores adultas, criando ambientes mais campestres (HOFFMANN, 1996).

Os incêndios florestais podem ocorrer nos locais mais distintos e, independentemente do local de ocorrência, quando não combatido rapidamente, causa prejuízos ambientais e econômicos (COSTA et al., 2009). Incêndios são responsáveis por colaborar para que o solo fique exposto e seja mais facilmente erodido, além de liberar na atmosfera gases que contribuem para o efeito estufa (SOARES & BATISTA, 2007; WHITE et al., 2013). Além disso, os incêndios são ameaças contínuas aos propósitos das Unidades de Conservação (KOPROSKI et al., 2011), que são áreas naturais protegidas com a função de apoiar a biodiversidade (MARCUIZZO et al., 2015).

No Brasil, a maior parte dos incêndios são causados por ações antrópicas (COSTA et al., 2009). Os incêndios controlados, por exemplo, muitas vezes fogem do controle, ultrapassam sua área planejada, sendo uma das principais causas de ocorrência de incêndios em vegetação nativa no Brasil (SANTOS, et al., 2006; SOARES, 2009). Quando o fogo atinge as unidades de conservação os danos são ainda maiores, pois espécies sensíveis podem vir à extinção local devido às altas temperaturas (DEBANO et al., 1998).

Por outro lado, a política de zero fogo dentro das áreas protegidas do Cerrado, que carece de suporte científico (PIVELLO, 2000). Mais pesquisas sobre o assunto (fogo no Cerrado) podem influenciar os modelos atuais da gestão de áreas protegidas nos ecossistemas savânicos, auxiliando no reconhecimento do uso do fogo como uma importante ferramenta de manejo, como estratégia na contenção de propagação de incêndios, manutenção da paisagem e redução de biomassa para o próximo período crítico (MYERS, 2006).

Esta política de restrição do fogo gera conflitos não somente na América Latina (MISTRY & BIZERRIL, 2011), mas também nos EUA (PYNE, 1997), África (KULL & LARIS, 2009) e Europa (RIBET, 2007). Na Europa, o aumento na quantidade de biomassa levou os gestores das áreas protegidas a reintroduzirem a utilização do fogo como estratégia de manejo, na chamada “reabilitação ecológica do fogo” (RIBET, 2007).

Em análise dos incêndios ocorridos em Portugal entre 1996 e 2010, os pequenos incêndios corresponderam a mais de 81% dos incêndios registrados, enquanto os grandes representaram 5% do total foram registrados incêndios grandes representando 5% do total (LEITE; BENTO-GONÇALVES; LOURENÇO, 2012).

Nas áreas onde é restrita a utilização do fogo, a ocorrência de incêndios pode ser maior e o acúmulo de biomassa, podem intensificar o risco de incêndio em épocas mais secas (MOUTINHO, 2014).

Além do avanço da fronteira agrícola, a frequência de incêndios ao longo do tempo também tende a ser afetada por fenômenos climáticos, como anomalias na temperatura e na pluviosidade (MARCUSO & ROMERO, 2013). No entanto, poucos estudos visaram relacionar outros usos do solo, como o incremento da urbanização da paisagem, sobre a ocorrência de incêndios na vegetação nativa dos remanescentes.

No presente estudo avaliei a dinâmica dos incêndios na vegetação nativa ocorridos nas Unidades de Conservação (UC) do Distrito Federal, explorando a ocorrência, a propagação e a frequência do fogo nessas UC, analisando também a dinâmica da recorrência desses incêndios.

Os resultados desta pesquisa serão úteis para auxiliar a melhor gestão nas UC sobre a temática fogo em relação a sua distribuição e, a partir disso, auxiliar as ações de prevenção e combate dos incêndios como mobilização de brigadistas, criação e manutenção de aceiros em locais críticos, melhorando ainda o entendimento em relação a dinâmica de fogo no Cerrado, mostrar a necessidade de se ter mais estudos sobre essa temática e também de encontrar técnicas de manejo mais adequadas para evitar o fogo em proporções catastróficas ao máximo.

2. Objetivo

O objetivo do presente estudo foi mapear a ocorrência e recorrência de fogo dentro das UC, buscando um melhor entendimento sobre a dinâmica do fogo nas áreas protegidas do Cerrado.

3. Justificativa

O Cerrado é impactado por diversas formas de atividades antrópicas. Embora as Unidades de Conservação de Proteção Integral sejam protegidas contra desmatamentos, elas ainda são afetadas por incêndios criminosos.

No presente estudo reavalio o mapeamento de incêndios ocorridos no DF estudados por Silva (2011), considerando apenas os incêndios em UC e o efeito de mudanças no uso do solo sobre esses incêndios.

A partir desses dados mapeados, buscou-se gerar informações que contribuam para a melhorar a gestão sobre os riscos de ocorrência de incêndios e as ações das frentes de combate aos incêndios, além de ajudar a ampliar o entendimento sobre a dinâmica do fogo no Cerrado.

4. Materiais e Métodos

4.1 Localização e caracterização da área de estudo

O Distrito Federal se caracteriza por apresentar um clima com duas estações, sendo uma o verão chuvoso (outubro a abril) e outra o inverno seco bem definido (maio a setembro). O período seco é o de maior preocupação em relação a ocorrência do fogo, por conta da baixa precipitação. A precipitação média dos meses de seca é de aproximadamente 111 mm de chuva, o que corresponde a uma pequena parte da precipitação média anual, que está em torno de 1500 mm (CPTEC/INPE). Segundo a classificação de Koppen, o clima da região é classificado com Aw, sendo um clima tropical com estação seca no inverno (SILVA JÚNIOR *et al*, 1998). A umidade relativa do ar durante o período de seca muitas vezes se encontra abaixo dos 30%. Os meses mais quentes do ano ocorrem entre setembro e outubro, com temperatura média girando em torno de 22°C. Durante o mês de junho ocorrem as temperaturas médias mais baixas, com temperatura em torno de 18°C (CPTEC/INPE).

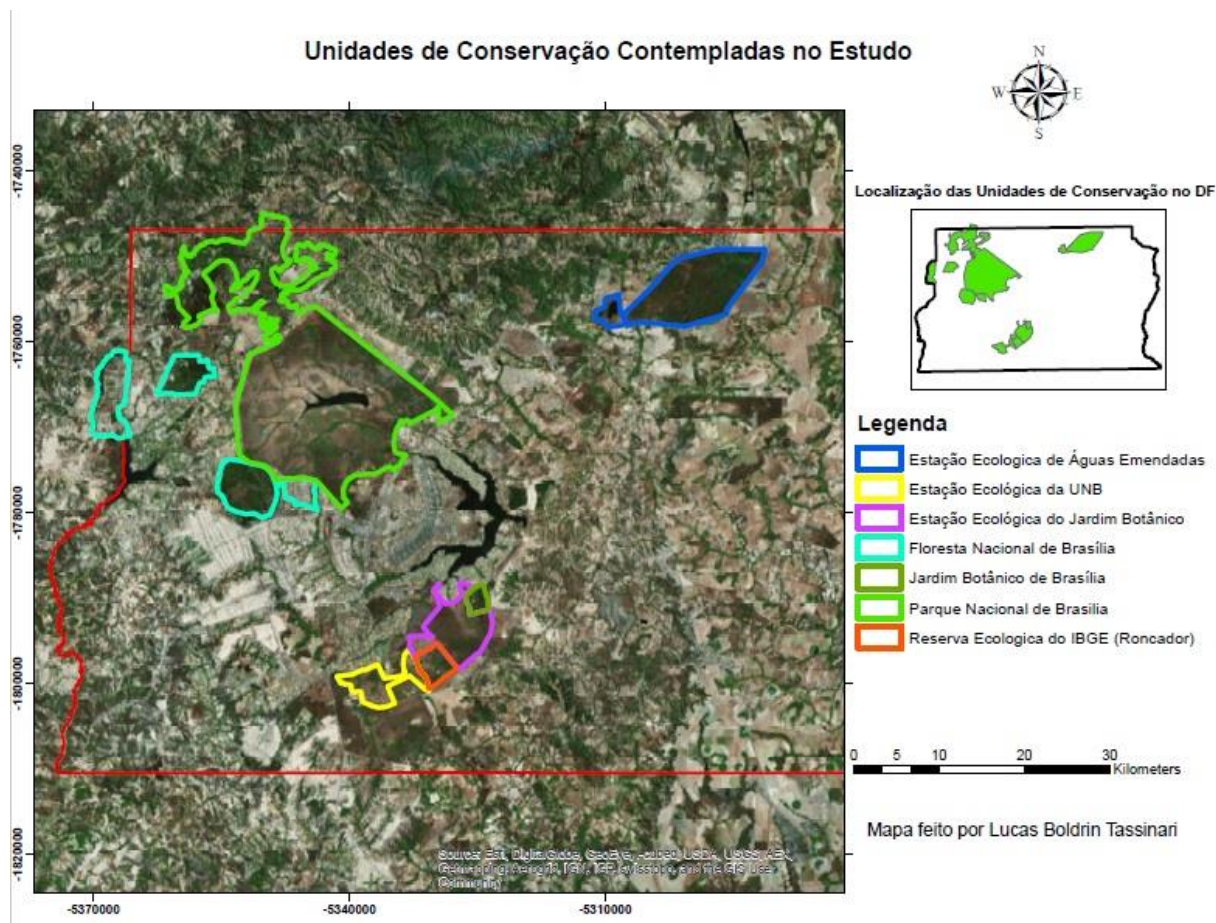
Vários tipos de vegetação do Cerrado ocorrem em todo o DF. O bioma é caracterizado por apresentar diversas fitofisionomias, incluindo formações florestais, savânicas e campestres (RIBEIRO & WALTER, 2008). Apesar do Cerrado apresentar espécies da flora muitas vezes encontradas em outros biomas, a flora deste bioma é característica e com diferenças quando comparados aos demais biomas (OLIVEIRA FILHO & RATTER, 1995).

Fisionomias florestais tem predominância de espécies arbóreas com formação de dossel. As savanas correspondem à maior parte do bioma e contempla formações com árvores e arbustos associadas a um estrato de gramíneas e sem a formação de dossel. Os campos são locais com predominância de estrato herbáceo, podendo existir a presença de arbustos esparsos (RIBEIRO & WALTER, 2008). Devido à sua alta diversidade e alto risco de degradação, o Cerrado é considerado um dos 25 “hotspots” mundiais de conservação e deve receber atenção especial quanto à sua biodiversidade (MYERS *et al.*, 2000).

A relação do fogo com as savanas tropicais é antiga, sendo que o fogo ocorre periodicamente. Devido à essa coevolução, pode-se dizer que os ecossistemas de savana são suscetíveis e dependentes do fogo (LAL, 2008; PIVELLO, 2011). No Cerrado, apesar do fogo ser um determinante na vegetação (PIVELLO, 2011), a grande influência da ação antrópica em relação ao fogo vem modificando a estrutura e composição da vegetação do bioma, especialmente devido ao aumento na frequência de eventos de fogo (MIRANDA *et al.*, 2002).

Neste estudo foco as Unidades de Conservação do Distrito Federal, onde ocorrem a

maior parte dos incêndios registrados no DF (Mapa 1). As UC estudadas são o Parque Nacional de Brasília (PNB), Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE) e Floresta Nacional de Brasília (FLONA). Na APA Gama Cabeça-de-Veados foram incluídas a Reserva Ecológica do IBGE, a Fazenda Água Limpa (UnB) e o Jardim Botânico de Brasília (JBB).



Mapa 1: Localização das áreas estudadas no Distrito Federal.

O Parque Nacional de Brasília (PNB) foi criado em 1961 com o intuito de proteger rios importantes que fornecem água potável para o DF e para proteger e manter a vegetação em seu estado natural. O PNB envolve uma área de 42.389 hectares, classificado como uma Unidade de Conservação de Proteção Integral (ICMBIO).

A Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE) é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral criada em 1968 e possui aproximadamente 10.000 hectares. É de extrema importância para a preservação da fauna e flora, pois abriga diversas espécies endêmicas e com risco de extinção. Além das várias fitofisionomias do bioma Cerrado presentes nesta UC, existe ainda o fenômeno das águas emendadas, a união das duas maiores bacias

hidrográficas da América Latina, Amazônica (Tocantins/Araguaia) e a Platina, onde a água que parte de uma mesma vereda corre para dois lados diferentes (MMA).

A Floresta Nacional de Brasília (FLONA), criada em 1999, possui aproximadamente 9.335 hectares. Sua criação visa promover o manejo sustentável de uso múltiplo dos recursos naturais renováveis, manutenção e proteção dos recursos hídricos e da biodiversidade do Cerrado local, recuperação de áreas degradadas, educação ambiental e manutenção dos remanescentes locais (ICMBIO).

A Área de Proteção Ambiental (APA) Gama e Cabeça-de-Veado é uma unidade de uso sustentável, criada em 1986, envolvendo 25.000 hectares. Parte da APA se sobrepõe com outras áreas especialmente protegidas, como a Reserva Ecológica do IBGE (Reserva Ecológica do Roncador), as ARIEs Capetinga/Taquara e o Jardim Botânico de Brasília (JBB), que compõem uma das áreas mais estudadas do bioma Cerrado. O principal problema das áreas protegidas localizadas no interior da APA Gama e Cabeça-de-Veado estão relacionados à sua proximidade com a área urbana, notadamente os incêndios antrópicos (IBRAM).

A Reserva Ecológica do Roncador (RECOR), criada em 1975 com aproximadamente 1.300 hectares, é uma das mais importantes Reservas Ecológicas do Brasil e esteve protegida contra grandes distúrbios por, aproximadamente, duas décadas (PEREIRA et al., 1989).

A Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília (FAL-UnB) possui 4.340 hectares onde 2.340 ha são destinados à preservação, (800 ha) são destinados à conservação e (1200 há) para a produção agrícola. Em seu interior existe ainda a ARIE (Área Relevante de Interesse Ecológico) Capetinga/Taquara, criada em 1985 com aproximadamente 2.100 hectares (FAL/UNB).

O Jardim Botânico de Brasília (JBB) criado em 1985 com 526 hectares, está situado no Setor de Mansões Dom Bosco Lago Sul. A localidade em que foi criado, apresentava vegetação característica do Cerrado, com diversas fitofisionomias do bioma Cerrado. Por estar localizado na APA Gama e Cabeça-de-Veado tem a função de colaborar para uma maior área de Cerrado protegido e como corredor ecológico para a fauna que circula também pelo RECOR e a FAL. Em 1987 a área do JBB foi ampliada para 4.518 hectares. Posteriormente, em 1992, foi criada a Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília (EEJBB), com a finalidade de

promover a conservação das espécies nativas do Cerrado, desenvolver atividades científicas, conservar a diversidade genética local e promover ações de Educação Ambiental (JBB).

4.2 Base de Dados

Utilizei uma série histórica da ocorrência de incêndios entre 1987 e 2017 de imagens de satélite Landsat em órbita 221 e ponto 071, ambos definidos pelo *World Reference System II* para os satélites Landsat-5 sensor TM (*Thematic Mapper*) e Landsat-8 sensor OLI (*Operational Land Imager*). A base de dados das imagens e a metodologia que serão utilizadas foram obtidas a partir de Silva (2011) e da ex-aluna do Departamento de Engenharia Florestal da UNB Yanara Ferreira de Souza. As imagens dos satélites Landsat 5 e 8 foram obtidas no período de estiagem na região, mais precisamente no final do período seco.

Ambos os dados dos satélites utilizados apresentam resolução espacial de 30 metros, sendo o Landsat-8 sensor OLI o último a ser lançado em 2013 ainda capaz de fornecer resolução espacial de trinta metros nas bandas multiespectrais. Não foram encontradas para aquisição imagens dos satélites da série Landsat para o ano de 2012.

A partir da aquisição das imagens, foi feito um processamento desses dados, usando o programa ENVI 4.5 ®. Primeiramente, foi feita correção atmosférica nas imagens com o objetivo de amenizar os efeitos atmosféricos nas imagens, melhorando assim suas qualidades. Tal correção é muito importante para estudos mais localizados e de análise temporal.

No passo seguinte, as imagens de satélites corrigidas atmosféricamente foram transformadas aplicando a Análise de Componente Principal (PCA). A PCA, remove a repetição (redundância) dos dados espectrais contidos nas imagens e, com isso, é criada uma imagem composta por Componentes Principais (CP). O total de bandas ao final do processamento é igual ao inserido inicialmente. O método apresenta benefícios quanto à rapidez, eficiência e produtividade na maneira de analisar as imagens.

Os dados gerados no PCA foram utilizados como entrada numa Árvore de Decisão. Esta técnica consiste em classificar os algoritmos inseridos em uma classificação binária, com base nos valores observados, que no caso do presente estudo foi considerando um pixel como “fogo” ou “não fogo”, como pode ser observado na Figura 1.

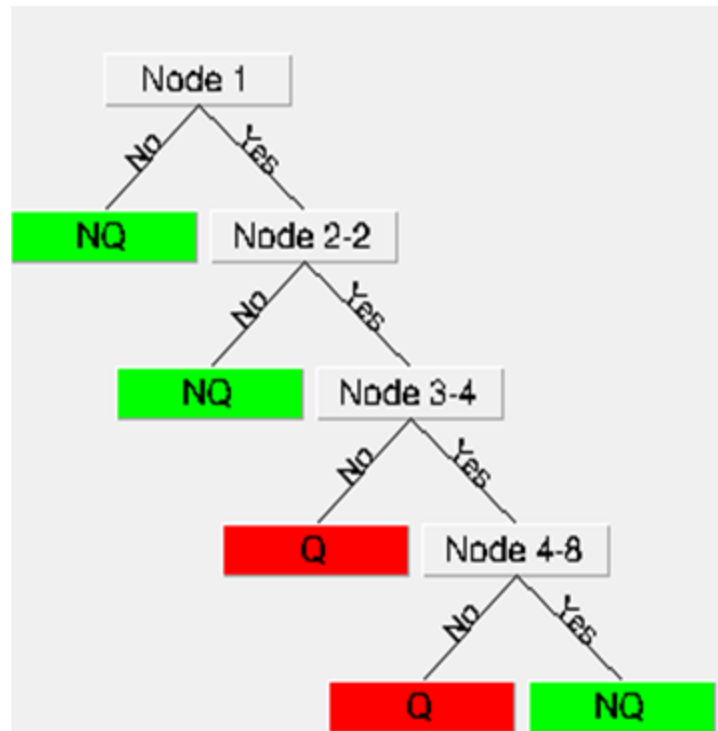


Figura 1: Árvore de decisão para classificar imagens.

Por último foi feita a correção geométrica nos dados utilizando o *software* ArcGis 10.2 ®, mantendo os elementos das imagens em suas posições planimétricas apropriadas em uma projeção cartográfica padrão. As imagens dos sensores TM e OLI foram georreferenciadas no sistema de projeção UTM e Datum WGS 84. A correção geométrica é necessária para o uso da imagem e de outros produtos derivados em sistemas georreferenciados de suporte à decisão espacial (JENSEN, 2009).

A partir dos dados gerados, foram criadas imagens classificadas da frequência de ocorrência de incêndios nas áreas de interesse. Com estas imagens, foi definida a localização de maior ocorrência do fogo e também contabilizada a quantidade de área que foi queimada dentro de cada UC em cada um dos anos avaliados. Os mapas correspondem às áreas queimadas em seis períodos distintos, contemplando os 30 anos deste estudo. Estes períodos foram definidos visando facilitar a análise de recorrência do fogo pelos mapas. Os períodos são entre 1987 e 1991, 1992 e 1996, 1997 e 2001, 2002 e 2006, 2007 e 2011 e, por último, 2012 e 2017.

5. Resultados e Discussão

5.1 Recorrência de fogo nas UC

Com base nos resultados desta pesquisa, estima-se que 41.801 hectares foram atingidos por fogo recorrente na área e período de estudo. Todas as Unidades de Conservação contempladas neste estudo foram recorrentemente atingidas por incêndios em áreas específicas. As UC com maior área atingida por fogo no período estudado foram, em ordem decrescente o Parque Nacional de Brasília (PNB) com 27.051,8 hectares, a Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE), com 4.234,8 hectares, a Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília (EEJBB), com 3.765,9 hectares e a Floresta Nacional de Brasília (FLONA) com 3.604,4 hectares queimados.

A frequência de recorrência dos incêndios em cada uma das UC variou de um a nove vezes no período total de estudo (1987 a 2017) (Tabela 1).

Tabela 1: Recorrência do Fogo e Quantidade de Área Dentro de Cada UC entre 1987 e 2017

Área Queimada (Ha)	Frequência da Recorrência do Fogo em Áreas Dentro das UC									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
PNB	12442,04	10296,07	3848,79	394,52	55,31	12,90	2,11	-	0,09	27051,82
ESECAE	2817,03	844,02	508,71	64,60	0,39	-	-	-	-	4234,75
EEJBB	927,35	1668,11	983,57	165,56	18,38	2,97	-	-	-	3765,94
FLONA	2376,05	782,89	263,81	106,18	46,19	23,82	5,41	0,09	-	3604,44
EEUNB	892,69	579,05	286,29	29,41	1,53	0,45	-	-	-	1789,42
RECOR	485,42	496,07	113,96	39,67	5,51	1,09	0,18	-	-	1141,90
JBB	104,87	96,84	11,23	0,09	-	-	-	-	-	213,03

O PNB engloba a maior área protegida do Cerrado dentro do Distrito Federal (DF). No entanto, devido a sua localização no território do DF, com várias áreas urbanas localizadas em seu entorno e, com diversas ameaças associadas (como a presença do lixão da estrutural, por exemplo) pode ter influenciado a maior recorrência de incêndios no Distrito Federal, a única UC que apresentou 0,09 ha de 9 recorrências do fogo no período de análise. O lixão da estrutural, fechado em 2018, pode ter sido uma fonte de ignição de fogo, pois era

constantemente queimado. Além disso, o PNB tem várias áreas ocupadas por espécies invasoras, em sua maioria formada por gramíneas, consideradas combustíveis de rápida ignição (HOROWITZ, 2003).

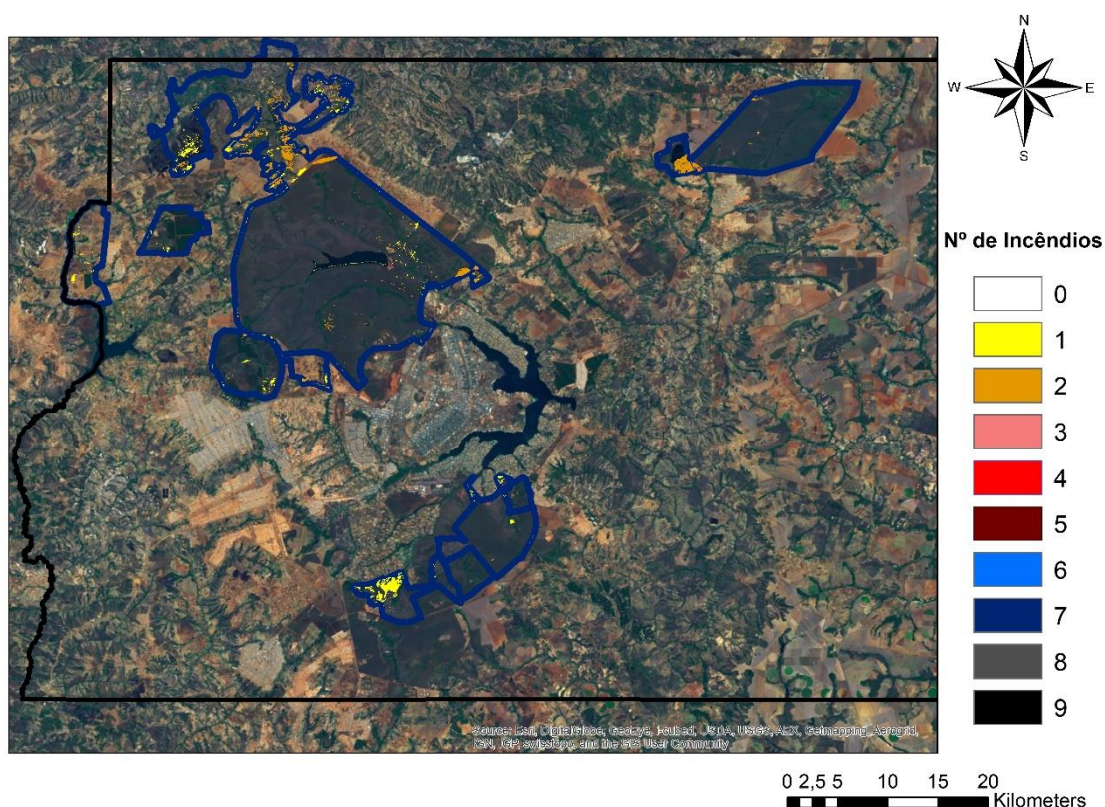
A ESECAE foi a segunda UC com maior área queimada (Tabela 1). Porém, em apenas 0,39 hectares foi observado recorrência máxima de cinco vezes do fogo. A área que circunda a Estação Ecológica é muito propensa à ocorrência de incêndios. Por isso, a maiorias dos incêndios nessa área são provocados primeiramente por incendiários, queima de pastagens e queima de lixo às margens das rodovias e vias vicinais que margeiam a UC (COSTA *et al.*, 2009). Este padrão se repete em outras unidades de conservação do Cerrado (MEDEIROS & FIEDLER, 2004; LARA *et al.*, 2007). Outros fatores também influenciam diretamente na grande ocorrência de incêndios na UC, como a falta de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e maquinário para manutenção de aceiros e estradas, a falta de um sistema de treinamento dos brigadistas adequado, e a necessidade de programas de educação ambiental eficientes nas comunidades do entorno como um todo (Costa 2009).

Os registros de fogo recorrente para o JBB e para a EEJBB somam quase 88% da área total dessas UC ao longo dos 30 anos estudados. As administrações do Jardim Botânico de Brasília, Fazenda Água Limpa (FAL) e a Reserva Ecológica do Roncador (RECOR), formam equipes de brigada de incêndio distribuídas em forma de mosaicos, visando minimizar a ocorrência de fogo. A EEJBB e a RECOR foram as únicas UC estudadas com as maiores áreas de fogo recorrentes. Essas áreas reincidentes corresponderam a 1688,1 hectares (EEJBB) e 496,1 hectares (RECOR).

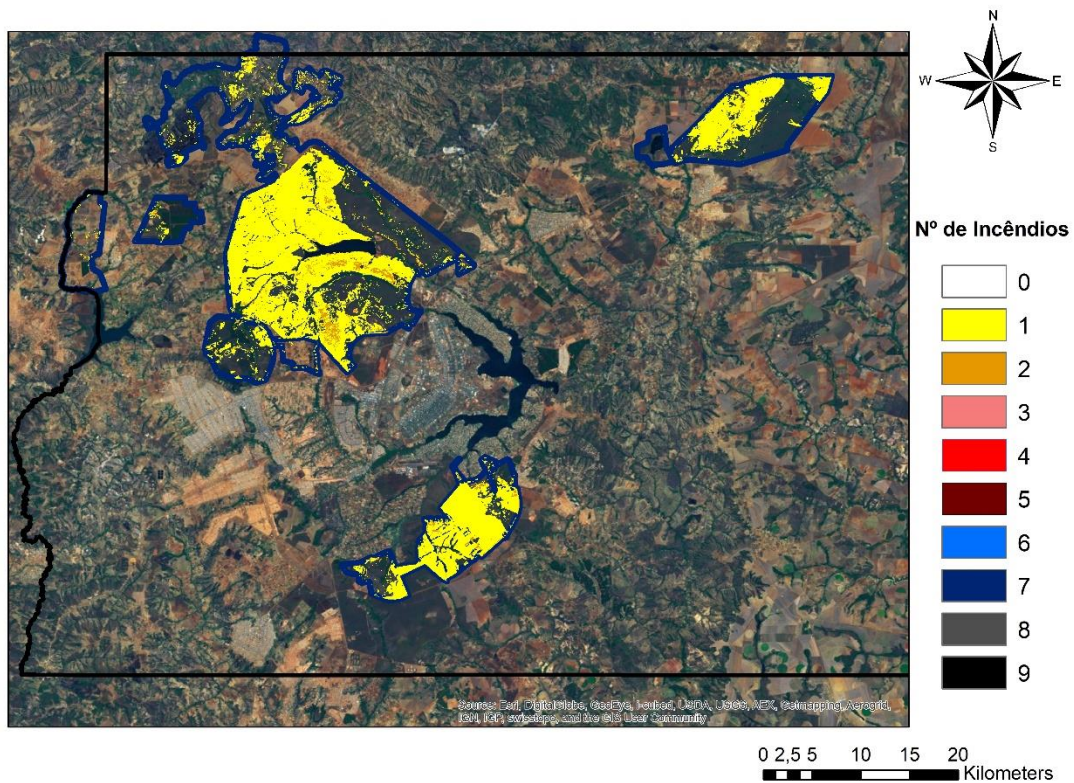
Estudos no Parque Nacional da Chapada Diamantina indicam padrões temporais similares àqueles observados neste estudo, onde foi estimado locais com recorrência de queima de até nove vezes na mesma área, e outras áreas que não foram atingidas por fogo (GOLÇALVEZ *et al.*, 2011), semelhante ao observado no presente estudo e no Parque Nacional das Emas (FRANÇA *et al.*, 2007). No Parque Nacional das Emas, a adoção de queimas controladas utilizadas para a manutenção de aceiros, contribuem para evitar que os incêndios se espalhem por grandes áreas (FRANÇA *et al.*, 2007). Esta pode ser uma alternativa para o combate a incêndios recorrentes.

5.2 Dinâmica do fogo e quantidade de área queimada ao longo do período de estudo

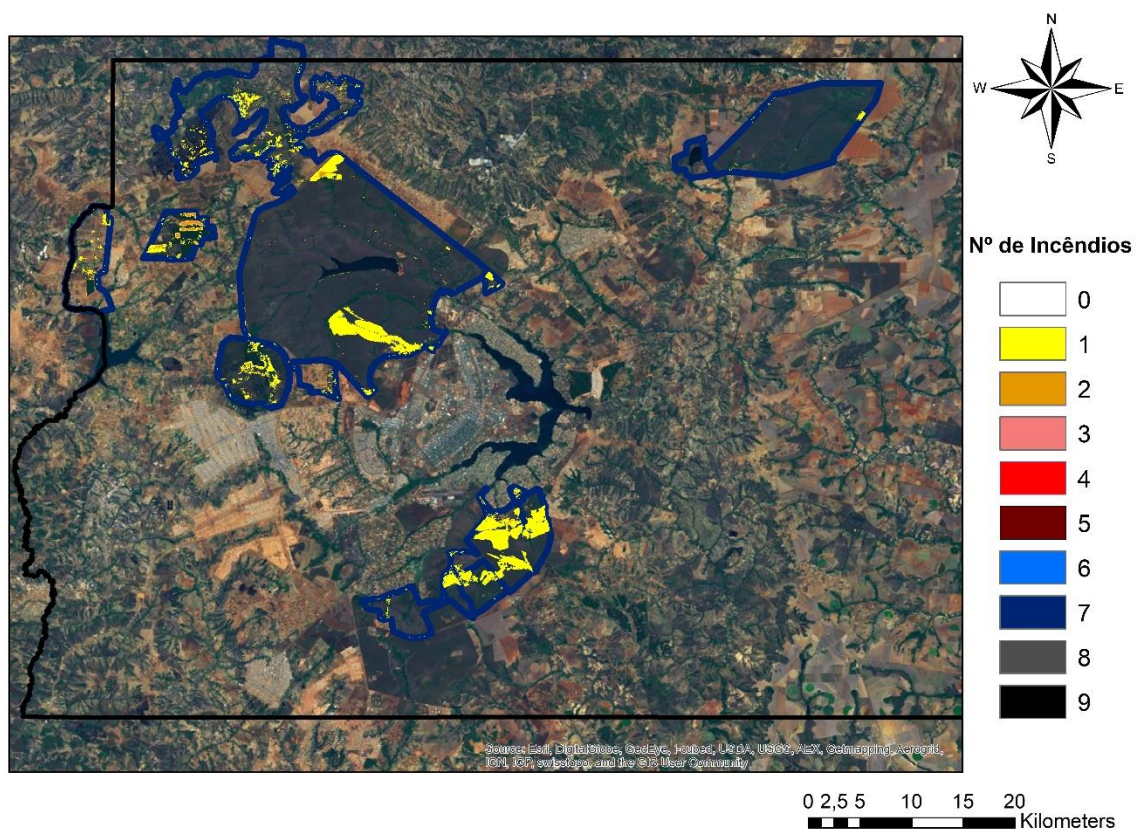
As manchas de fogo que foram analisadas a partir dos mapas gerados mostram uma periodização, onde existe uma intercalação entre períodos que não queimam grandes áreas com períodos em que ocorreram incêndios de grandes extensões nas UC estudadas. Os períodos com maior quantidade de área queimada foram 1992 – 1996 e 2007 – 2011. A seguir são apresentados os mapas de frequência de incêndios de todos os períodos separadamente e o mapa de frequência e a área queimada ao longo dos 30 anos do estudo. Pode ser visto também, os dados da quantidade de área queimada por fogo a cada ano e em cada uma das UC (Tabela 2).



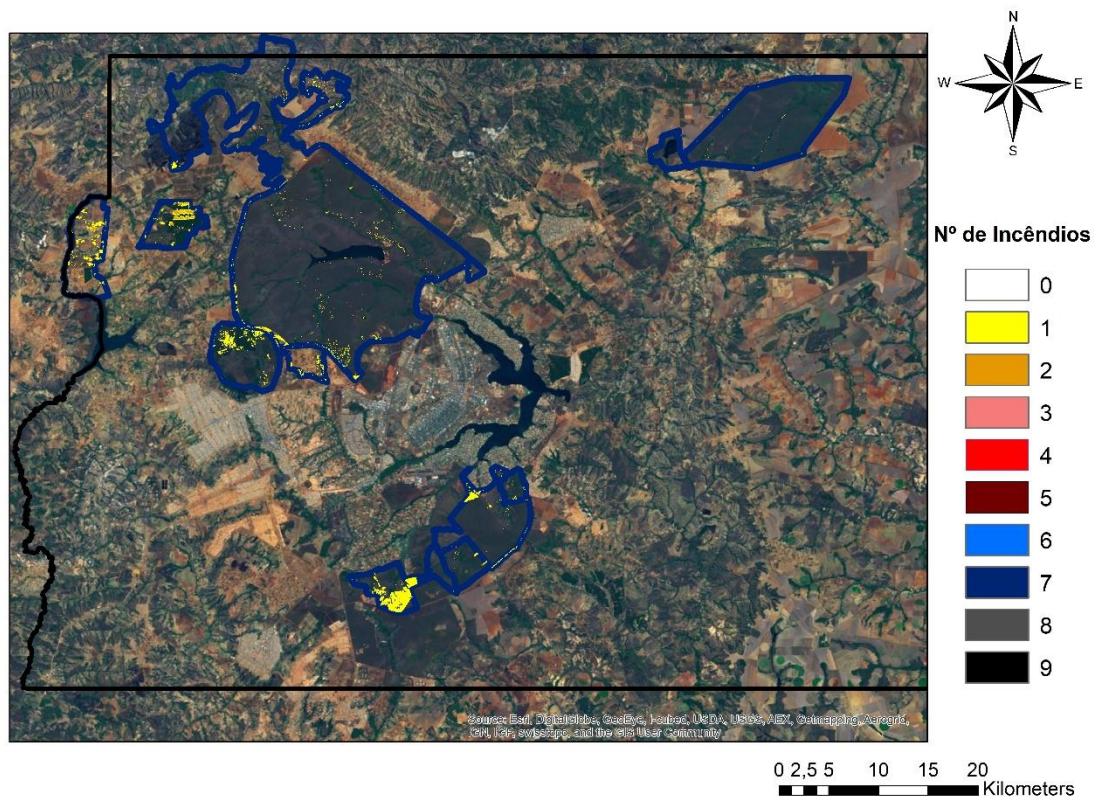
Mapa 2: Frequência dos Incêndios entre 1987 e 1991 nas Unidades de Conservação Estudadas do DF.



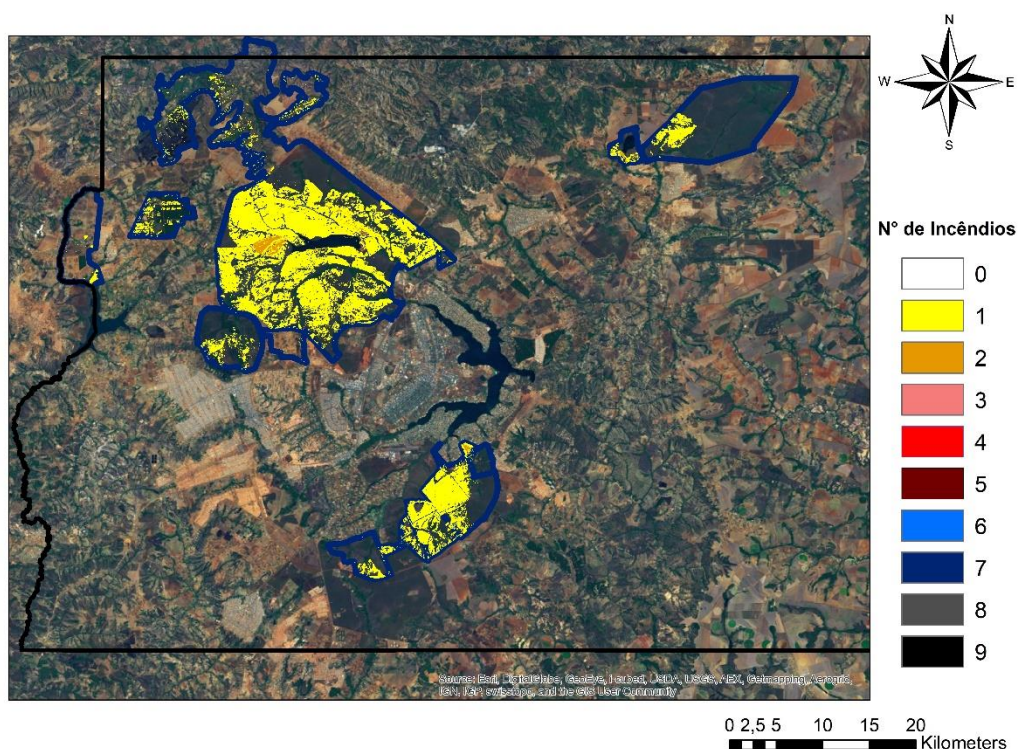
Mapa 3: Frequência dos Incêndios entre 1992 e 1996 nas Unidades de Conservação Estudadas do DF.



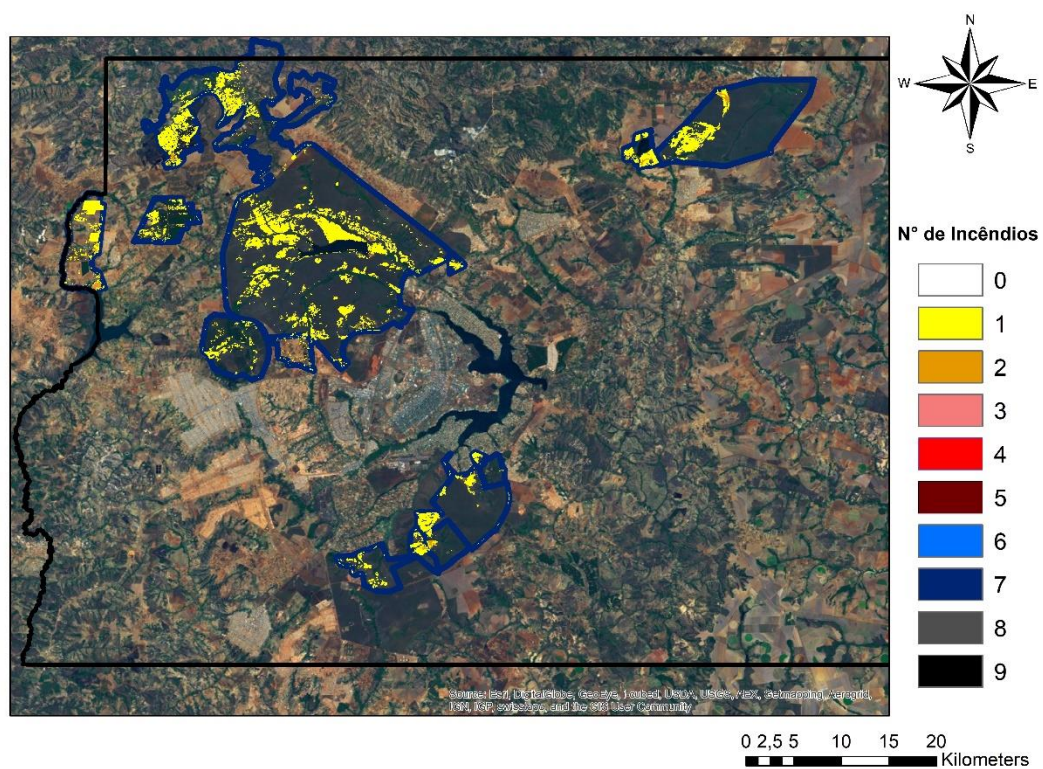
Mapa 4: Frequência dos Incêndios entre 1997 e 2001 nas Unidades de Conservação Estudadas do DF.



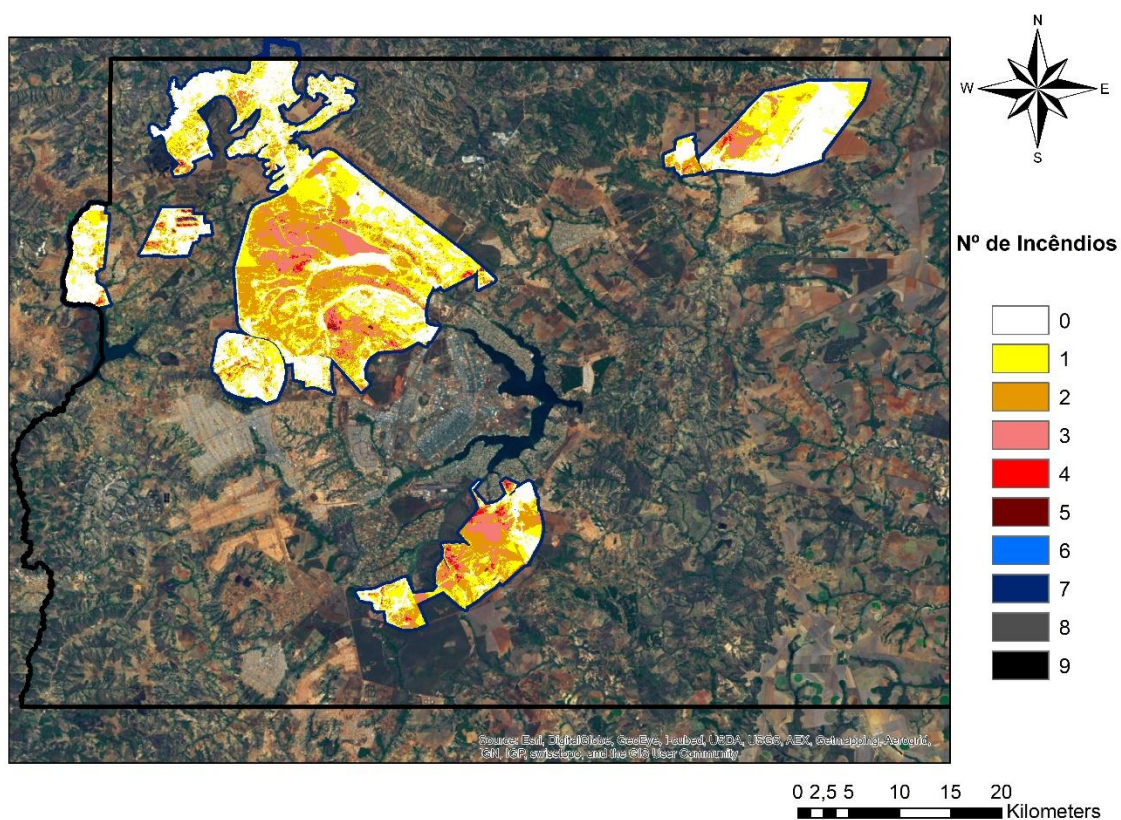
Mapa 5: Frequência dos Incêndios entre 2002 e 2006 nas Unidades de Conservação Estudadas do DF.



Mapa 6: Frequência dos Incêndios entre 2007 e 2011 nas Unidades de Conservação Estudadas do DF.



Mapa 7: Frequência dos Incêndios entre 2012 e 2017 nas Unidades de Conservação Estudadas do DF.



Mapa 8: Frequência dos Incêndios entre todo o período do estudo (1987 - 2017) nas Unidades de Conservação do DF.

Tabela 2: Área Queimada/ Ano em cada UC entre 1987 e 2017 nas UC do Distrito Federal

Quantidade Área Queimada/ Ano (Ha)	Unidades de Conservação						
	PNB	EEJBB	ESECAE	FLONA	EEUNB	RECOR	JBB
1987	46,33	4,85	10,10	31,23	5,36	-	0,62
1988	872,22	3,30	248,08	44,50	1,99	-	-
1989	211,73	70,54	331,43	46,57	1,27	4,08	1,22
1990	14,45	18,72	-	39,94	1,46	0,04	-
1991	385,32	20,87	5,41	56,13	302,08	-	-
1992	0,18	1,93	0,08	3,88	-	-	-
1993	1903,36	69,79	3328,56	173,08	7,63	1,23	11,64
1994	16948,81	3172,22	80,43	260,20	1140,00	955,59	127,54
1995	331,68	79,32	88,22	320,79	35,04	3,24	1,88
1996	182,26	72,81	3,26	98,21	3,95	12,40	0,24
1997	517,05	868,71	0,93	560,40	0,49	-	172,36
1998	129,32	258,39	-	19,01	24,56	8,90	-
1999	164,92	423,60	43,46	240,27	136,70	238,95	-
2000	1175,70	23,80	2,58	258,89	2,40	8,34	0,18
2001	355,21	0,92	5,34	148,21	-	-	-
2002	3,94	-	-	0,43	-	-	-
2003	323,76	43,64	4,83	423,87	2,98	1,59	7,99
2004	55,58	80,18	0,37	255,72	80,07	13,06	-
2005	60,77	6,44	3,51	147,04	470,55	-	-
2006	13,71	1,54	-	90,02	0,31	4,45	-
2007	8474,12	58,48	35,07	99,41	181,92	-	-
2008	3,36	11,28	1,52	4,06	-	21,35	0,71
2009	139,99	0,06	-	46,42	0,64	-	-
2010	7911,21	-	809,60	301,64	-	-	-
2011	5,98	2194,11	0,06	403,44	269,98	624,92	7,50
2013	16,94	3,67	116,73	214,83	134,21	62,30	4,38
2014	106,77	38,69	54,99	101,23	-	-	-
2015	57,48	-	0,14	19,75	-	-	-
2016	3,47	-	669,63	53,16	3,97	-	-
2017	5925,40	470,07	444,29	756,13	224,48	55,12	0,50
Total	46341,03	7997,93	6288,61	5218,45	3032,03	2015,56	336,76

Os valores marcados de azul correspondem, aos anos com maiores quantidades de área queimada em cada uma das UC. Observei que entre 1992 – 1996 (Mapa 3) foi o período mais crítico em relação a quantidade de área queimada, em quase todas as UC estudadas. As unidades presentes na APA Gama Cabeça de Veado (JBB/EEJBB, EEUNB e RECOR) tiveram no período estudado, uma área queimada total de 13.382,28 hectares. As três UC foram atingidas neste período pelos maiores incêndios registrados durante o tempo do estudo. O JBB e EEJBB foram as UC que mais foram atingidas (78,3%) por fogo, seguido pela RECOR (74,8%) e a EEUNB (27,3%).

Ao analisar o PNB, observei que ocorreram os incêndios com maiores proporções de área queimada com 19.366 hectares, que correspondem a 45,68% de toda a UC. O mesmo aconteceu com a ESECAE, que apresentou em 1993, o pior ano registrado, 3.328,56 hectares queimados, e uma área total queimada neste período (1992 – 1996) de 3500 hectares, correspondentes a 35% da área total da UC.

Outro fator que pode ter influenciado na ocorrência desses incêndios foram os eventos El Niños. Ao longo da faixa temporal do estudo houve a ocorrência dos El Niños em diferentes anos e diferentes intensidades. Esse fenômeno ocorreu com alta intensidade em 1992 e com média intensidade em 1995 e 1996 (GGWS).

Não ocorreram grandes incêndios no período de 1987 a 1991 (Mapa 2). A não ocorrência de grandes incêndios neste período contribuiu para o acúmulo de biomassa (árvores, arbustos, gramíneas e serapilheira) na vegetação do Cerrado. No período (1992 a 1996), os incêndios antrópicos ocorreram em condições favoráveis para fogo de maior intensidade e extensão (Mapa 3), causando danos em áreas muito maiores.

No período entre 1997 e 2006 (Mapa 4 e Mapa 5), pequenas áreas foram atingidas por fogo dentro das UC, assemelhando-se assim ao período inicial do estudo (Mapa 2), antes da ocorrência dos grandes incêndios (Mapa 3). E novamente, os incêndios ocorreram no período de 2007 a 2011 (Mapa 7), em situação semelhante com o observado entre 1992 e 1996 (Mapa 3). Este resultado indica a periodização na ocorrência de incêndios de grandes magnitudes na área de estudo, como mostrado na Figura 2 (PNB) e Figura 3 (FLONA). Nesses grandes incêndios, as unidades mais afetadas foram o PNB e a RECOR.

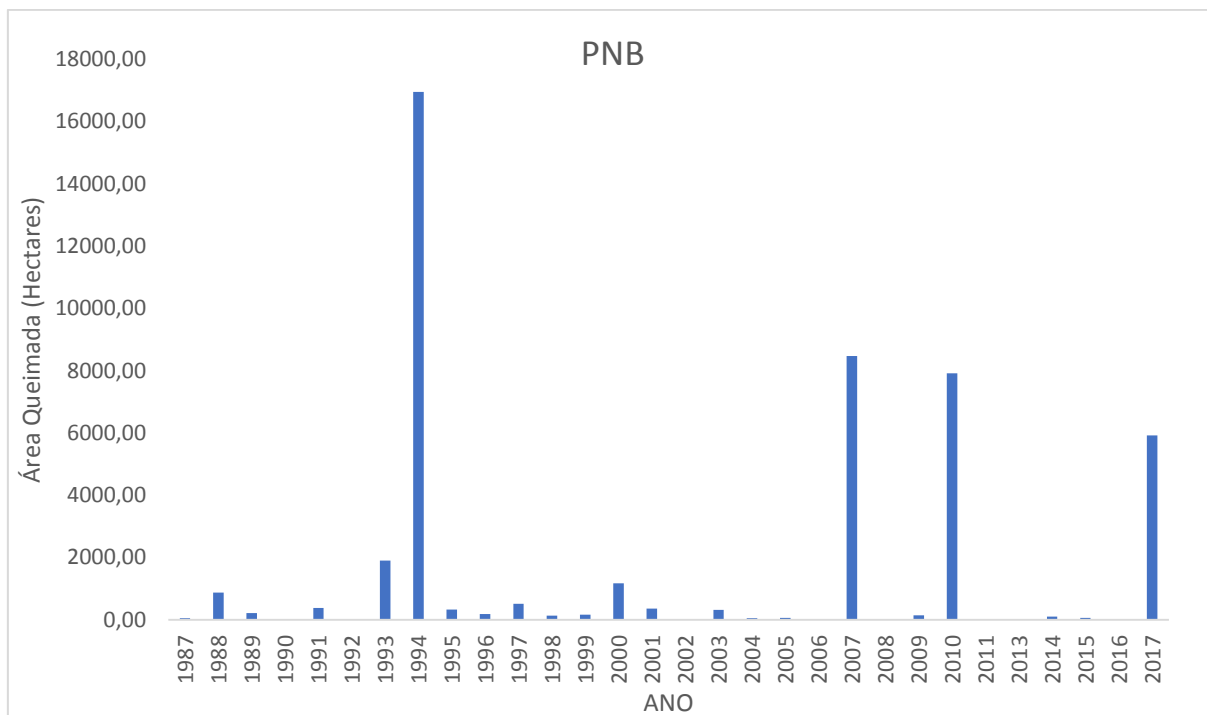


Figura 2: Área em hectares afetada pelo fogo dentro do PNB no período estudado.

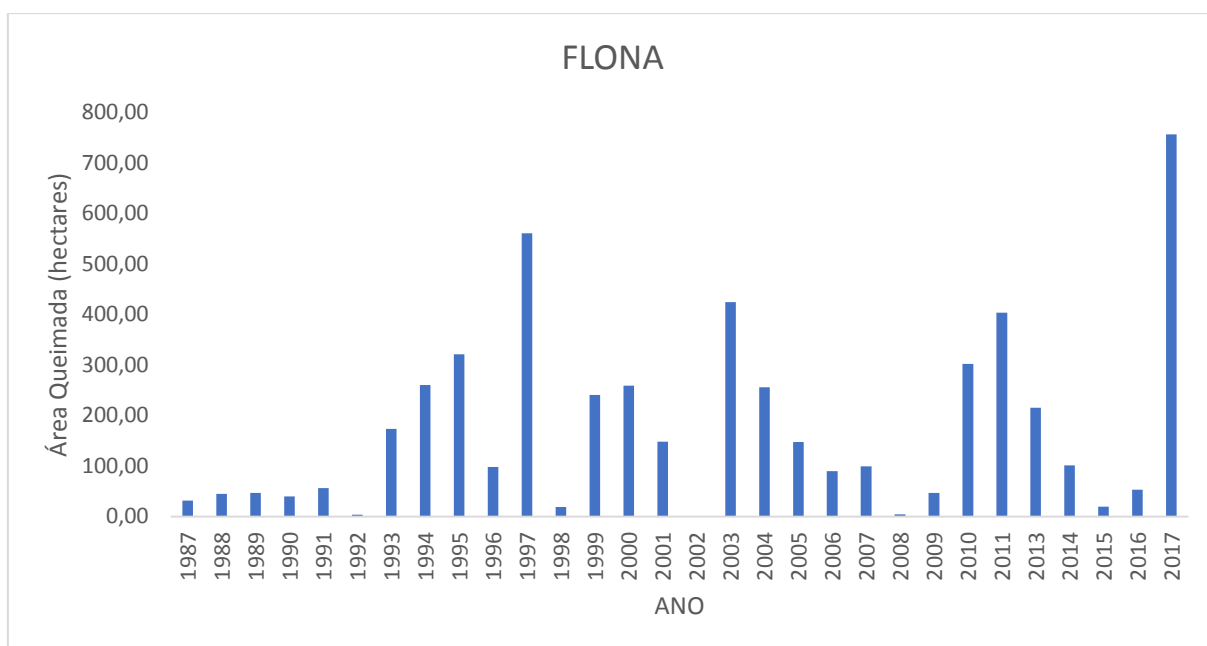


Figura 3: Área em hectares afetada pelo fogo dentro da FLONA no período estudado.

Fatores externos, como o fenômeno El Niño pode ter influenciado a ocorrência dos maiores incêndios na área de estudo. Este fenômeno ocorreu em 2007 com intensidade fraca e em 2009 e 2010, com intensidade moderada (GGWS).

Durante o último período estudado (Mapa 7), ocorreram incêndios em todas as UC. Porém, assim como ocorreu em outros períodos subsequentes a grandes incêndios, uma a área

menor foi atingida por fogo. A única exceção foi a FLONA, que em 2017, apresentou uma área maior (756 hectares) impactada por fogo, que corresponde a 8,1% de sua área total.

Os altos índices de ocorrência do fogo podem ser explicados por mudanças climáticas associadas a mudanças do uso do solo, ocasionadas pelo aumento da população (FAO, 2009). No Parque Nacional da Chapada Diamantina incêndios naturais são raros e o homem é o principal causador dos incêndios (MESQUITA et al., 2011).

A renovação de pastagem é a grande responsável pela ocorrência de incêndios em UC (BONTEMPO et al., 2011). Analisando todo o conjunto de dados dos incêndios de todas as UC analisadas neste estudo, observei que os incêndios grandes (> 100 hectares) corresponderam a 27,18% de todos os incêndios registrados. Os incêndios considerados pequenos (< 20 hectares) representaram 8,30% dos incêndios.

6. Recomendações / Conclusão

Existe uma carência em relação a estudos sobre a recorrência de incêndio em unidades de conservação no Brasil (GOLÇALVEZ et al., 2011). A necessidade de se investir neste tipo de pesquisa é eminente.

Existem projetos que vem utilizando o fogo como ferramenta de manejo, como é o caso do projeto “Prevenção, Controle e Monitoramento de Incêndios Florestais no Cerrado” que acontece no Estado de Tocantins onde se trabalha com Manejo Integrado do Fogo (MIF) em todas as suas escalas (planejamento, implementação e monitoramento). Existem resultados muito satisfatórios a respeito da utilização dessa técnica apresentados em uma série de manuais e relatórios (Projeto Cerrado Jalapão) que mostram a viabilidade, segurança e eficiência desse tipo de manejo. Quando todas as etapas do projeto são feitas de forma adequada, ajuda-se a uma redução da quantidade de combustível, reduzindo as chances de acontecerem incêndios de grandes proporções e com queima de grandes extensões de área.

Os padrões espaço-temporais dos incêndios observados no presente estudo indicam a temporalidade de ocorrência de incêndios de grande extensão na área de estudo. Isto requer mudanças nas estratégias de prevenção e combate ao fogo nas UC estudadas, incluindo a construção e manutenção de aceiros, equipes de monitoramento e combate ao fogo, especialmente em anos de ocorrência mais forte do fenômeno climático El Niño.

A queima controlada visando a redução de combustíveis em áreas de vegetação do Cerrado também deve ser melhor discutida, planejada e, eventualmente, aplicada em áreas mais críticas onde o fogo ocorreu mais frequentemente no período deste estudo.

7. Referências Bibliográficas

- ABREU, R.C.R., HOFFMANN, W.A., VASCONCELOS, H.L., PILON, N.A, DAVI R. ROSSATTO D.R. & DURIGAN, G. 2017. **The biodiversity cost of carbon sequestration in tropical savanna**. Sci. Adv. 3(8): e1701284
- BONTEMPO, G. C. *et al.* **Registro de Ocorrência de Incêndio (ROI): evolução, desafios e recomendações**. BioBrasil, Brasília, v. 1, n. 2, p. 247-263, 2011.
- BOWMAN, D.M.J.S., BALCH, J., ARTAXO, P., BOND, W.J., COCHRANE, M.A., D'ANTONIO, CM., DEFRIES, R., JOHNSTON, F.H., KEELEY, J.E., KRAWCHUK, M.A., KULL, C.A., MACK, M., MORITZ, M.A., PYNE, S., ROOS, C.I., SCOTT, A.C., SODHI, N.S.& SWETNAM, T.W. 2011. **The human dimension of fire regimes on Earth**. J Biogeogr. 38: 2223–2236.
- BRAUMANN, R.; CARNEIRO, F. G. **Os Agentes Econômicos em Processo de Integração Regional – Inferências para Avaliar os Efeitos da ALCA**. Universidade de Brasília. Brasília, DF. 33p. 2002.
- COSTA, E. P; FIEDLER, N. C; MEDEIROS, M. B; WANDERLEY, F. B. **Incêndios florestais no entorno de unidades de conservação - estudo de caso na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Distrito Federal**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 195-206, abr.-jun., 2009.
- DEBANO, L. F.; NEARY, D. G.; FFOLLIOTT, P. F. **Fire's Effects on Ecosystems**. New York: John Wiley & Sons, 1998, 335 p.
- GGWS (Golden Gate Weather Services) El Niño and La Niña Yers and Intensities. Disponível em: < <http://ggweather.com/enso/oni.htm>>. Acessado em maio/2018.
- FAL/UnB (Fazenda Água Limpa – Universidade de Brasília). Disponível em: <http://www.fal.unb.br/index.php?option=com_content&view=article&id=3:historico&catid=2&Itemid=373>. Acessado em abril/2018.
- FIEDLER, N. C.; MERLO, D. A.; MEDEIROS, M. B. **Ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Goiás**. Ciênc. Florest. 2006, vol.16, n.2, pp.153-161.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAO pede abordagem mais integrada da prevenção de incêndios. Nova York: FAO, 2009. Disponível em: <<http://www.unric.org/pt/actualidade/25268>>. Acesso em: junho/2018.

FRANÇA, H.; RAMOS NETO, M.B.; & SETZER, A. 2007. **O fogo no Parque Nacional das Emas**. Série Biodiversidade, N. 27. MINISTÉRIO do Meio Ambiente, Brasília, 140 p.

FURLEY, P. A. **The nature and diversity of neotropical savanna vegetation with particular reference to the Brazilian Cerrado**. Global Ecology and Biogeography. 8, 223–241. 1999.

GONÇALVES, C. N; MESQUITA, F. W; LIMA, N. R.G; COSLOPE, L. A; LINTOMEN, B. S. **Recorrência dos Incêndios e Fitossociologia da Vegetação em Áreas com Diferentes Regimes de Queima no Parque Nacional da Chapada Diamantina**. Biodiversidade Brasileira (2011) Ano I, Nº 2, 161-179.

HOFFMANN, W.A. 1996. **Effects Of Fire And Cover on Seedling Establishment in a Neotropical Savanna**. 383–393.

HOROWITZ, C. 2003. **Sustentabilidade da biodiversidade em unidades de conservação de proteção integral: Parque Nacional de Brasília**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável). Universidade de Brasília. 329p.

IBRAM (Instituto Brasília Ambiental). Disponível em: <<http://www.ibram.df.gov.br/component/content/article/257-unidades-de-conservacao/268-pa-gama-e-cabeca-de-veado.html>>. Acessado em abril/2018.

ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/visitacao/unidades-abertas-a-visitacao/213-parque-nacional-de-brasilia.html>>. Acessado em abril/2018.

ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomasbrasileiros/cerrado/unidades-de-conservacao-cerrado/2070-flona-de-brasilia>>. Acessado em abril/2018.

INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Disponível em: <<http://www.inpe.br/queimadas/portal>>. Acessado em novembro/2017.

JBB (Jardim Botânico de Brasília). Disponível em: <<http://www.jardimbotanico.df.gov.br/institucional/historia/>>. Acessado em abril/2018.

JBB (Jardim Botânico de Brasília). Disponível em: <<http://www.jardimbotanico.df.gov.br/institucional/estacao-ecologica/>>. Acessado em abril/2018.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma Perspectiva em Recurso Terrestre**. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.

KOPROSKI, L.; FERREIRA, M. P.; GOLDAMMER, J. G.; BATISTA, A. C. **Modelo de zoneamento de risco de incêndios para unidades de conservação brasileiras: o caso do Parque Estadual do Cerrado (PR)**. Floresta, Curitiba, v. 41, n. 3, p. 551-562, 2011.

KULL, C.A.; LARIS, P. **Fire ecology and fire politics in Mali and Madagascar**. In M. Cochrane (ed.) *Tropical Fire Ecology: Climate Change, Land Use and Ecosystem Dynamics*. Springer-Praxis: Heidelberg, Germany. 2009.

LAL, R. Savannas and Global Climate Change: Source or sink of atmospheric CO₂. In: FALEIRO, F. G.; NETO, A.L.F. **Savanas: Desafios e Estratégias Para o Equilíbrio Entre Sociedade Agronegócio e Recursos Naturais**, Brasília, Embrapa Cerrados, p. 1198, 2008.

LARA, D. X.; FIEDLER, N. C.; MEDEIROS, M. B. **Uso do fogo em propriedades rurais do Cerrado em Cavalcante, GO**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 17, n. 1, p. 9-15, jan./jun. 2007.

LEITE, F. F.; BENTO-GONÇALVES, A. J.; LOURENÇO, L. **Grandes incêndios florestais em Portugal Continental: da história recente à atualidade**. Cadernos de Geografia, Coimbra, n. 30-31, p. 81-86, 2011/12. 2012.

LENTHALL, J., BRIDGEWATER, S. & FURLEY, P.A. 1999. **A phytogeographic analysis of the woody elements of New World savannas**. Edinb. J. Bot. 56: 293-305.

MARCUZZO, F. F. N. ROMEIRO, V. **Influência do El Niño e La Niña na precipitação máxima diária do estado de Goiás**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 28, n.4, p. 429-440, 2013.

MARCUZZO, S. B.; ARAÚJO, M. M.; GASPARIN, E. **Plantio de espécies nativas para restauração de áreas em unidades de conservação: um estudo de caso no sul do Brasil**. Floresta, Curitiba, v. 45, n. 1, p. 129-140, 2015.

MEDEIROS, M. B.; FIEDLER, N. C. **Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 157-168. jul/dez. 2004.

MESQUITA, F. W. et al. **Histórico dos incêndios na vegetação do Parque Nacional da Chapada Diamantina, entre 1973 e abril de 2010, com base em Imagens Landsat.** BioBrasil, Brasília, v. 1, n. 2, p. 228-246, 2011.

MIRANDA, H.S.; BUSTAMANTE, M.M.C.; MIRANDA, A.C. **The fire fator.** In OLIVEIRA, P.S.; MARQUIS, R. J. (Eds) The Cerrados of Brazil – Ecology and Natural History of a Neotropical Savana. Columbia University Press, New York, p.51-68, 2002.

MISTRY, J., BIZERRIL, M. **Por Que é Importante Entender as Inter-Relações entre Pessoas, Fogo e Áreas Protegidas?** Revista Biodiversidade Brasileira, 2, 40-49. 2011.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). Disponível em: <<http://sistemas.mma.gov.br/cnuc/index.php?ido=relatorioparametrizado.exibeRelatorio&relatorioPadrao=true&idUc=1634>>. Acessado em abril/2018.

MOUTINHO, S. **Fogo amigo: estudos mostram que a prática indígena de queimar grandes áreas de Cerrado é benéfica para o bioma.** Ciência Hoje. 314. Maio, 2014.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. & KENT, J. 2000. **Biodiversity hotspots for conservation priorities.** Nature 403: 853-858.

MYERS, R.L. **Convivendo com o Fogo - Manutenção dos Ecossistemas e Subsistência com o Manejo Integrado do Fogo.** The Nature Conservancy - Iniciativa Global para o Manejo do Fogo: Tallahassee, USA. 2006.

OLIVEIRA-FILHO, A.T; RATTER, J.A. **A study of the origin of central brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns.** Edinburgh Journal of Botany, v.52, n.2, p.141-194, 1995.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; RATTER J.A. 2002. **Vegetation Physiognomies and Woody Flora of the Cerrado Biome.** In ‘The Cerrados of Brazil Ecology and Natural History of

a Neotropical Savanna.'(Oliveira P.S, & Marquis, R.J. eds) p. 91-120. (Columbia University Press: New York).

PEREIRA, B. A. S.; FURTADO, P. P.; MENDONÇA, R. C.; ROCHA, G. I. **Reserva ecológica do IBGE (Brasília, DF): aspectos históricos e fisiográficos.** Boletim da FBCN, Rio de Janeiro, v. 24, p. 30-43, 1989.

PINHEIRO, E.S. & DURIGAN, G. 2009. **Dinâmica espaço-temporal (1962–2006) das fitofisionomias em unidade de conservação do Cerrado no sudeste do Brasil.** Rev. Bras. Bot. 32: 441-454.

PINHEIRO, M.H.O., AZEVEDO, T.S., MONTEIRO, R. 2010. **Spatial-temporal distribution of fire-protected savanna physiognomies in Southeastern Brazil.** Na. Acad. Bras. Ciênc. 82: 379-395.

PIVELLO, V. R. **The use of fire in the Cerrado and Amazonian rainforests of Brazil: past and present.** Fire Ecology, v.7, n..1, p. 24-39, 2011.

PELD (Programa Ecológico de Longa Duração). Disponível em: <http://www.peld.unb.br/index.php?option=com_content&view=article&id=8&Itemid=10>. Acessado em maio/2018.

PYNE, S.J. **Vestal Fire.** University of Washington Press: Seattle. 1997.

QUEIROZ-NETO, J.P.DE 1982. **Solos da região dos cerrados e suas interpretações.** Rev. Bras. Ciên. Solo. 6: 1-12.

REATTO, A., CORREIA, J.R. & SPERA, S.T. 1998. **Solos do bioma Cerrado: aspectos pedológicos.** In: SANO S.M. AND ALMEIDA S.P. (eds), Cerrado: Ambiente e Flora. Embrapa, Planaltina, p. 47 86.

RIBEIRO, J. F; WALTER, B. M. T. **As principais fitofisionomias do bioma Cerrado.** In.:

SANO, S. M; ALMEIDA, S. P; RIBEIRO, J. F. Ecologia e Flora. Brasília: EMBRAPA, 2008. v. 1, p. 152-212.

RIBET, N. ‘**La maîtrise du feu : un travail “en creux” pour façonner les paysages**’, in D. Woronoff (ed.) Travail et paysages. Éditions du CTHS: Paris. 2007.

ROITMAN, I., FELFILI, J.M. & REZENDE, A.V. 2008. **Tree dynamics of a fi protected cerrado sensu stricto surrounded by forest plantations over a 13-year period (1991-2004) in Bahia, Brazil.** Plant Ecol. 197: 255-267

SANTOS, J. F.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002.** Floresta, Curitiba, v. 36, n. 1, p. 93-100, 2006.

SILVA, C. V. J. **Avaliação espaço-temporal dos incêndios florestais no Distrito Federal entre 1999 e 2010.** Dissertação para obtenção de título de Engenheiro Florestal, 2011. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 54p.

SILVA JÚNIOR, M.C.; FELFILI, J.M.; NOGUEIRA, P.E.; REZENDE, A.V. **Análise Florística das Matas de Galeria no Distrito Federal.** In Ribeiro, J.F. Cerrado: Matas de Galeria. Planaltina: EMBRAPA –CPAC, 1998. 164p.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Incêndios Florestais: Controle, Efeitos e Uso do Fogo.** Curitiba: UFPR, 2007. 264 p.

SOARES, R. V. Estatística dos incêndios florestais no Brasil. In: SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; NUNES, J. R. S. (Eds.) **Incêndios Florestais no Brasil: O Estado da Arte.** Curitiba: UFPR, p. 1-20, 2009.

WHITE, B. L. A.; WHITE, L. A. S.; RIBEIRO, G. T.; FERNANDES, P. A. M. **Development of a fire danger index for Eucalypt plantations in the northern coast of Bahia, Brazil.** Floresta, Curitiba, v. 43, n. 4, p. 601-610, 2013.

WOOLDRIDGE, J.M. **Introdução à Econometria – Uma Abordagem Moderna.** São Paulo: Cengage Learning, 4 ed. 2010. 701p.